

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

## **IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
Please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 197 30 328 C 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
H 01 L 29/06  
H 01 L 29/78  
H 01 L 29/739

21 Aktenzeichen: 197 30 328.5-33  
22 Anmeldetag: 15. 7. 97  
43 Offenlegungstag: -  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 3. 12. 98

DE 197 30 328 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

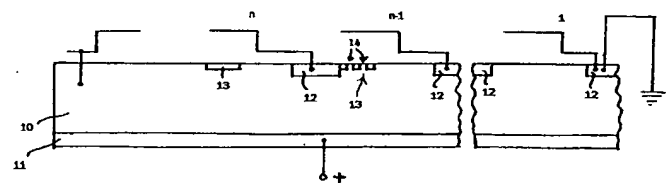
73 Patentinhaber:  
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:  
Tihanyi, Jenő, Dr.-Ing., 85551 Kirchheim, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
US 44 68 686

54 Hochspannungsfeste Randstruktur für Halbleiterbauelemente

57 Die Erfindung betrifft eine hochspannungsfeste Randstruktur für Halbleiterbauelemente mit  $n$  Feldplattenringen (1, ...,  $n-1$ ,  $n$ ) und unter den  $n$  Feldplattenringen (1, ...,  $n-1$ ,  $n$ ) vorgesehenen ringförmigen Dotierungsgebieten (13), wobei  $n$  eine natürliche Zahl größer als Zwei ist und der  $n$ -te Feldplattenring ( $n$ ) in bezug auf das Halbleiterbauelement der äußerste Feldplattenring ist. Bei dieser Randstruktur weisen die Dotierungsgebiete (13) ringförmige Unterbrechungen (14) auf, deren Anzahl von innen nach außen, also vom ersten zum  $n$ -ten Feldplattenring, abnimmt.



: 197 30 328 C 1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine hochspannungsfeste Randstruktur für Halbleiterbauelemente mit  $n$  Feldplattenringen und unter den  $n$  Feldplattenringen vorgesehenen ringförmigen Dotierungsgebieten, wobei  $n$  eine natürliche Zahl größer als Zwei ist und der  $n$ -te Feldplattenring in bezug auf das Halbleiterbauelement der äußerste Feldplattenring ist.

Bekanntlich treten Durchbrüche bevorzugt im Randbereich von Dotierungsgebieten auf, da dort die elektrische Feldstärke infolge der durch den Rand bedingten Krümmung der Dotierungsgebiete besonders groß ist. Um solche Durchbrüche zu vermeiden, werden daher um ein Halbleiterbauelement ringförmige Dotierungsgebiete und oberhalb von diesen entsprechende Feldplattenringe vorgesehen. Dadurch werden lokale Feldstärkenspitzen im Randbereich eines Halbleiterbauelementes vermindert.

Die ringförmigen Dotierungsgebiete werden bevorzugt durch Ionenimplantation eingebracht. Halbleiterbauelemente, die mit solchen Feldplattenringen und Ionenimplantationsringen versehen sind, sind beispielsweise planare Siliziumbauelemente, wie MOSFETs (Feldeffekttransistoren in MOS-Technologie), IGBTs (Bipolartransistoren mit isoliertem Gate) usw.

Stand der Technik sind also Randstrukturen von Halbleiterbauelementen mit Feldplattenringen und diesen entsprechenden Ionenimplantationsringen. Die Feldplattenringe und die Ionenimplantationsringe werden dabei so strukturiert, daß entlang der Oberfläche des Halbleiterkörpers eines Halbleiterbauelementes eine möglichst gleichmäßige Spannungsverteilung entsteht, d. h. keine Feldstärkenspitzen auftreten, die das Auftreten eines Durchbruches begünstigen würden. Eine derartige Anordnung ist z. B. aus der US 4,468,686 bekannt.

Zur Erreichung dieses Zieles werden bisher abgestufte Feldplatten und  $n$ -dotierte Zonen als Ionenimplantationsringe eingesetzt.

Bei Halbleiterbauelementen ist eine platzsparende Ausführung von größter Bedeutung, da durch diese allein die ständig angestrebte Miniaturisierung mit höherer Integrationsdichte zu erreichen ist. Ausgedehnte Randstrukturen stehen diesem Ziel erkennbar entgegen.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine hochspannungsfeste Randstruktur für Halbleiterbauelemente anzugeben, welche eine einfache und platzsparende Ausführung erlaubt und dennoch eine reproduzierbare hohe Durchbruchspannung sicherstellt.

Diese Aufgabe wird bei einer hochspannungsfesten Randstruktur der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Dotierungsgebiete ringförmige, konzentrische Unterbrechungen aufweisen, deren Anzahl von innen nach außen, also vom ersten zum  $n$ -ten Feldplattenring, abnimmt.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Vorzugsweise ist also unter dem ersten Feldplattenring kein Dotierungsgebiet vorgesehen. Dagegen ist unter dem  $n$ -ten Feldplattenring ein Dotierungsgebiet ohne Unterbrechungen angeordnet. Die Dotierungsgebiete sind vorzugsweise durch Ionenimplantation eingebracht, wobei eine Dosis von etwa  $10^{12} \text{ cm}^{-2}$  zur Anwendung gelangt.

Bei der erfindungsgemäßen hochspannungsfesten Randstruktur ist also ein implantiertes Dotierungsgebiet, das mit einer Ionenimplantationsdosis von etwa  $10^{12} \text{ cm}^{-2}$  eingebracht ist, unter dem äußersten Feldplattenring angeordnet, welcher nur unter dem dicksten Teil einer Isolatorschicht

derholt sich bei jedem Feldplattenring und weist dabei aber ringförmige Unterbrechungen auf. Diese Unterbrechungen nehmen von außen nach innen zu, so daß bei dem, dem Halbleiterbauelement nächsten ersten Feldplattenring das implantierte Dotierungsgebiet vollkommen fehlt.

Die implantierten Dotierungsgebiete wirken mit den Unterbrechungen ebenso wie Dotierungsgebiete ohne Unterbrechungen, bei denen die Implantationsdosis von außen nach innen abnimmt.

Wird für das Halbleiterbauelement beispielsweise ein  $p$ -Kanal-MOSFET vorgesehen, so sind die implantierten Dotierungsgebiete beispielsweise mit Arsen oder Phosphor  $n$ -dotiert. Mit den den FET umgebenden üblichen  $p$ -dotierten Schutzringen haben dann alle durch die Schutzringe und die Dotierungsgebiete gebildeten  $p$ -Kanal-FETs trotz unterschiedlicher Substratspannungen die annähernd gleiche Einsatzspannung, so daß als Ergebnis eine gleichmäßige laterale Verteilung der elektrischen Feldstärke an der Oberfläche und damit eine reproduzierbar hohe Durchbruchspannung erreicht wird.

Da die Dotierungsgebiete mit der gleichen Dosis von beispielsweise  $10^{12} \text{ cm}^{-2}$  eingebracht sind, ist zu ihrer Herstellung nur eine einzige Ionenimplantation erforderlich.

Die Anzahl der tatsächlich benötigten Feldplattenringe und die Geometrie der Unterbrechungen der Dotierungsgebiete hängen vom Einzelfall und dabei insbesondere von der angestrebten Durchbruchspannung ab und können ohne weiteres durch Computer-Simulation berechnet werden.

Die Dotierungsgebiete müssen nicht durch Ionenimplantation eingebracht werden. Gegebenenfalls können auch andere Dotierungstechniken, wie Diffusion, angewandt werden. Auch kann der oben angegebene Dotierungstyp jeweils umgekehrt werden. Das heißt, bei einem  $p$ -leitenden Halbleiterkörper werden  $n$ -leitende Schutzringe zusammen mit  $p$ -leitenden Dotierungsgebieten anstelle des oben erwähnten  $p$ -leitenden Schutzringes mit  $n$ -leitenden Dotierungsgebieten in einem  $n$ -leitenden Halbleiterkörper erzeugt.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnittdarstellung durch ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen hochspannungsfesten Randstruktur und

Fig. 2 ein Ersatzschaltbild zu der Randstruktur von Fig. 1.

Fig. 1 zeigt eine Randstruktur mit einem  $n$ -dotierten Halbleiterkörper 10 und einer  $n$ -dotierten Halbleiterschicht 11 mit einer (nicht gezeigten) Aluminiumschicht, an der eine positive Substratvorspannung anliegt.

Auf dem Halbleiterkörper 10 sind in üblicher Weise Feldplattenringe 1, ...,  $n-1$ ,  $n$  angebracht, wobei der erste Feldplattenring 1 das eigentliche (nicht gezeigte) Halbleiterbauelement, beispielsweise einen  $p$ -Kanal-FET direkt umgibt, so daß die Feldplattenringe 1, ...,  $n-1$ ,  $n$  von innen nach außen angeordnet sind. Durch die Stufe in den jeweiligen Feldplattenringen 1, ...,  $n-1$ ,  $n$  ist schematisch die unterschiedliche Isolatorschichtdicke, also beispielsweise die Schichtdicke einer entsprechenden Siliziumdioxidschicht, angedeutet. Schutzringe 12, die  $p$ -dotiert sind, sind in Entsprechung zu den Feldplattenringen 1,  $n-1$ ,  $n$  vorgesehen. Diesen Schutzringen sind durch Ionenimplantation eingebrachte  $n$ -leitende Dotierungsgebiete 13 zugeordnet. Die Implantationsdosis dieser Dotierungsgebiete 13 beträgt etwa  $10^{12} \text{ cm}^{-2}$ .

Erfindungsgemäß sind die Dotierungsgebiete 13 mit Unterbrechungen 14 so versehen, daß unterhalb der Feldplatte 1 kein Dotierungsgebiet 13 vorliegt, also nur Unterbrechungen vorhanden sind, während unterhalb der äußersten Feldplatte  $n$  keine Unterbrechungen vorhanden sind, also ein zusammenhängendes Dotierungsgebiet 13 besteht.

Mit anderen Worten, bei der erfindungsgemäßen hochspannungsfesten Randstruktur nehmen die Unterbrechungen 14 von "außen" nach "innen" in Richtung auf das eigentliche Halbleiterbauelement zu, so daß unter der ersten Feldplatte 1 das Dotierungsgebiet 13 vollständig fehlt, während unterhalb der äußersten Feldplatte n ein zusammenhängendes Dotierungsgebiet vorliegt.

Die so gestalteten Dotierungsgebiete 13 wirken mit den Unterbrechungen 14 ebenso wie Dotierungsgebiete, deren jeweilige Implantationsdosis in Richtung auf das Halbleiterbauelement zu abnimmt.

Dadurch wird in vorteilhafter und einfacher Weise erreicht, daß alle, durch die Schutzringe und die Dotierungsgebiete gebildeten p-Kanal-FETs trotz unterschiedlicher Substratspannungen die gleiche Einsatzspannung aufweisen.

Fig. 2 zeigt schematisch ein Ersatzschaltbild der jeweiligen p-Kanal-FETs, die durch die Schutzringe und die Dotierungsgebiete gebildet sind.

Im Ergebnis wird so durch die erfindungsgemäße hochspannungsfeste Randstruktur eine gleichmäßige laterale Verteilung der elektrischen Feldstärke an der Oberfläche des Halbleiterkörpers 10 erreicht, so daß auch eine reproduzierbar hohe Durchbruchspannung vorliegt.

Von besonderem Vorteil ist, daß zur Erzeugung der jeweiligen Dotierungsgebiete 13 lediglich eine einzige Ionenimplantation, beispielsweise mit Arsen oder Phosphor, erforderlich ist. Durch diesen einzigen Implantationsschritt wird die Herstellung eines Halbleiterbauelementes wesentlich vereinfacht. Außerdem wird eine weitere Miniaturisierung erreicht, da eine einheitliche Ionenimplantation einen geringeren Platzbedarf erfordert.

Die erfindungsgemäße hochspannungsfeste Randstruktur ist in bevorzugter Weise auf beispielsweise 4 kV IGBTs, Dioden usw. anwendbar.

Dotierungsgebiete (13) durch Ionenimplantation eingebracht sind.

5. Hochspannungsfeste Randstruktur nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Dotierungsgebiete (13) mit einer Dosis von  $10^{14} \text{ cm}^{-2}$  eingebracht sind.

6. Hochspannungsfeste Randstruktur nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Dotierungsgebiete (13) mit Arsen oder Phosphor dotiert sind.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

#### Bezugszeichenliste

- 1, ..., n-1, n Feldplattenringe
- 10 Halbleiterkörper
- 11 Halbleiterschicht
- 12 Schutzring
- 13 Dotierungsgebiet
- 14 Unterbrechung

#### Patentansprüche

1. Hochspannungsfeste Randstruktur für Halbleiterbauelemente mit n Feldplattenringen (1, ..., n-1, n) und unter den n Feldplattenringen (1, ..., n-1, n) vorgesehenen ringförmigen Dotierungsgebieten (13), wobei n eine natürliche Zahl größer als Zwei ist und der n-te Feldplattenring (n) in bezug auf das Halbleiterbauelement der äußerste Feldplattenring ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dotierungsgebiete (13) ringförmige konzentrische Unterbrechungen (14) aufweisen, deren Anzahl von innen nach außen, also vom ersten zum n-ten Feldplattenring, abnimmt.

2. Hochspannungsfeste Randstruktur nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß unter dem ersten Feldplattenring (1) kein Dotierungsgebiet (13) vorgesehen ist.

3. Hochspannungsfeste Randstruktur nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß unter dem n-ten Feldplattenring (n) ein Dotierungsgebiet (13) ohne Unterbrechungen (14) vorgesehen ist.

4. Hochspannungsfeste Randstruktur nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die

Fig. 1

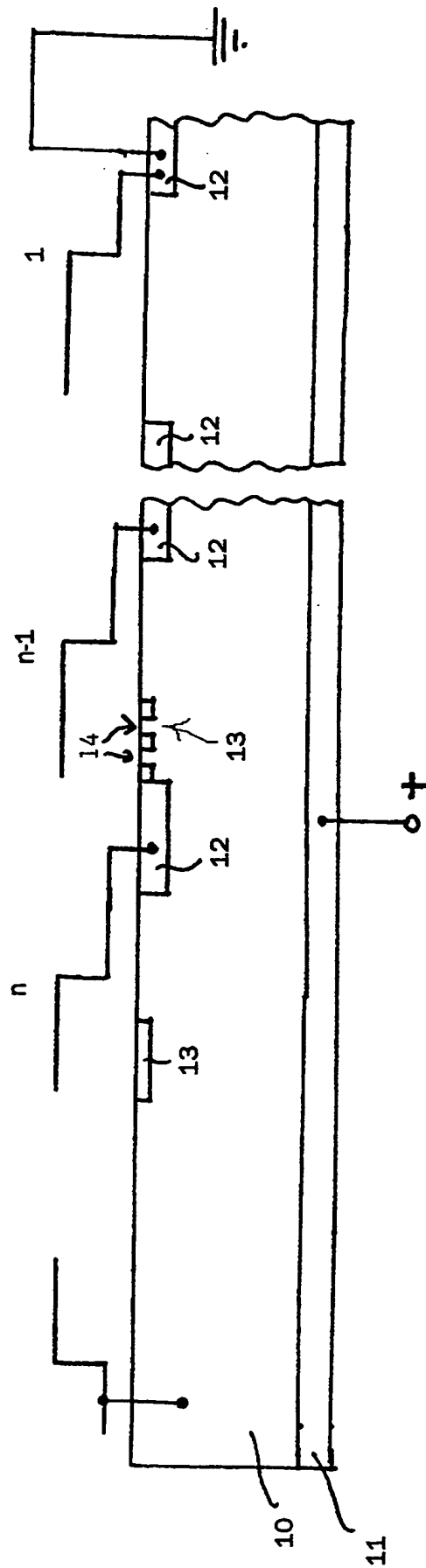


Fig. 2

